

0941.65907

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Maeda et al.

Serial No.

Filed: October 12, 2001

For: MAGNETIC RECORDING
MEDIUM USING A PERPENDICULAR
MAGNETIC FILM HAVING A tBr NOT
EXCEEDING ONE-FIFTH OF A tBr OF
AN IN-PLANE MAGNETIC FILM

Art Unit:

*I hereby certify that this paper is being deposited with
the United States Postal Service as EXPRESS MAIL
an envelope addressed to: Assistant Commissioner
Patents, Washington, D.C. 20231, on this date.*

10-12-01
Date

Express Mail No. EL846162806US



Hg
D.6.
12-4-01

CLAIM FOR PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

Sir:

Applicants claim foreign priority benefits under 35 U.S.C. § 119 on the basis of
the foreign application identified below:

Japanese Patent Application No. 2001-116020, filed April 13, 2001.

A certified copy of the priority document is enclosed.

Respectfully submitted,

GREER, BURNS & CRAIN, LTD.

By

Patrick G. Burns
Reg. No. 29,367

October 12, 2001
300 South Wacker Drive
Suite 2500
Chicago, IL 60606
(312) 360-0080

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

1c986 U.S. PTO
09/976767
10/12/01

This is to certify that the annexed is a true copy
of the following application as filed with this office.

Date of Application: April 13, 2001

Application Number: Japanese Patent Application
No. 2001-116020

Applicant(s) FUJITSU LIMITED

August 17, 2001

Commissioner,
Patent Office

Kouzo Oikawa (Seal)

Certificate No.2001-3074016

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

3D.360.0080
986 U.S. PTO
09/976767
10/12/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 4月13日

出願番号

Application Number:

特願2001-116020

出願人

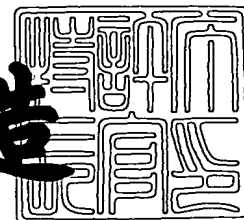
Applicant(s):

富士通株式会社

2001年 8月17日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3074016

【書類名】 特許願

【整理番号】 0052712

【提出日】 平成13年 4月13日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 G11B 5/00

【発明の名称】 磁気記録媒体

【請求項の数】 7

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 前田 麻貴

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 竹下 弘人

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 渦巻 拓也

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 田中 厚志

【特許出願人】

 【識別番号】 000005223

 【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100070150

 【住所又は居所】 東京都渋谷区恵比寿4丁目20番3号 恵比寿ガーデン

プレイスタワー 3 2 階

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊東 忠彦

【電話番号】 03-5424-2511

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002989

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704678

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 面内方向に磁化容易軸を有する記録用の面内磁化膜と、
前記面内磁化膜の上に形成され、磁化容易軸が前記面内磁化膜の磁化容易軸に
対して垂直方向に配向されている垂直磁化膜とを、含む磁気記録媒体であって、
前記垂直磁化膜の $t_B r$ が最大でも前記面内磁化膜の $t_B r$ の $1/5$ を越えな
いように設定されている、ことを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の磁気記録媒体において、
前記垂直磁化膜は最大で 5 nm を越えない膜厚を有している、ことを特徴とす
る磁気記録媒体。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 に記載の磁気記録媒体において、
前記垂直磁化膜の異方性磁界 H_k が、前記面内磁化膜の異方性磁界 H_k の少な
くとも 1.2 倍に設定されている、ことを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 4】 請求項 1 から 3 のいずれに記載の磁気記録媒体において、
前記面内磁化膜と垂直磁化膜との間に非磁性スペーサを設けた、ことを特徴と
する磁気記録媒体。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の磁気記録媒体において、
前記非磁性スペーサは 2 nm を越えない膜厚を有している、ことを特徴とする
磁気記録媒体。

【請求項 6】 請求項 1 から 5 のいずれに記載の磁気記録媒体において、
前記垂直磁化膜が Co 系合金又は Co 系の人工格子膜で形成されていることを
特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 7】 請求項 1 から 6 のいずれかに記載の磁気記録媒体を含む磁気
記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、コンピュータ等の情報処理装置の外部記録装置として採用されてい

る磁気記録再生装置に用いられる磁気記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から、ハードディスク等の磁気記録媒体の記録層に関して、垂直磁化膜と面内磁化膜とを組合せて用いることについて多くの検討がなされている。例えば、特開平11-283229号公報では垂直磁化膜を厚く形成し、面内記録用の磁気ヘッドを用いてこの垂直磁化膜に記録を行う記録方式について開示されている。この記録方式は、垂直磁化膜に記録する方式でありながら面内記録型の再生波形が得られるので、波形処理が不要であるという利点がある。

【0003】

また、例えば、特開平5-189737号公報には、記録状態での遷移位置（磁化反転位置）において、磁化反転のモードがそれぞれ磁壁移動型及び磁化回転型となる2種類の硬磁性の配向膜（垂直磁化膜と面内磁化膜）を組合せる方式が開示されている。この方式を採用するとオーバーライト特性の向上や高S/N化を図ることができるとされている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

上記のような垂直磁化膜と面内磁化膜とを組合せた複合型の磁気記録媒体では、垂直磁化膜に記録を行うことに関して多くの提案がなされている。しかし、実用的レベルで未だ満足できるような磁気記録媒体とはなっていない。

【0005】

そして、最近、前述したと同様に垂直磁化膜と面内磁化膜とを用いる複合型の記録媒体ではあるが、面内磁化膜を記録層とし、垂直磁化膜をこの面内磁化膜の機能を高めるための補助膜として用いることについて提案がある。このような磁気記録媒体は、面内磁化膜に垂直磁化膜を組合せた構造とすることにより、面内磁化膜からの磁界が還流するように馬蹄形磁化モードを形成するようになるので、出力の増大や低ノイズ化が達成できる構成となり高記録密度化が可能であるとの指摘がある。

【0006】

しかしながら、上記面内磁化膜を記録層とする複合記録媒体については、面内磁化膜の遷移位置での反磁界によるノイズ発生の問題や、面内磁化膜に垂直磁化膜を組合せた構造としたことによる再生波形の歪みの問題がある。ところが、このような問題を解消した好ましい構成の面内磁化膜を記録層とする複合記録媒体は未だ案出されていない。

【 0 0 0 7 】

そこで、本発明の目的は、低ノイズ化及び再生波形の歪み防止を図った面内磁化膜を記録層とする垂直磁化膜との複合型の記録媒体を提供することである。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

上記目的は請求項 1 に記載の如く、面内方向に磁化容易軸を有する記録用の面内磁化膜と、前記面内磁化膜の上に形成され、磁化容易軸が前記面内磁化膜の磁化容易軸に対して垂直方向に配向されている垂直磁化膜とを、含む磁気記録媒体であって、前記垂直磁化膜の $t B r$ が最大でも前記面内磁化膜の $t B r$ の $1 / 5$ を越えないように設定されている磁気記録媒体により達成される。

【 0 0 0 9 】

請求項 1 記載の発明によれば、垂直磁化膜の磁化状態が所定範囲に制限されているので、垂直磁化膜が記録層となる面内磁化膜を補助する機能を十分に果し、再生波形の歪みを抑制し高 S / N が得られる複合型の磁気記録媒体となる。

【 0 0 1 0 】

この垂直磁化膜の $t B r$ は最大でも前記面内磁化膜の $t B r$ の $1 / 5$ までに設定されていればよいが、より好ましくは前記面内磁化膜の $t B r$ の $1 / 1 0$ までに設定する。

【 0 0 1 1 】

また、請求項 2 に記載の如く、請求項 1 に記載の磁気記録媒体において、前記垂直磁化膜は最大で 5 nm を越えない膜厚を有している構成とすることが好ましい。

【 0 0 1 2 】

請求項 2 に記載の発明によれば、より確実に磁気記録媒体の再生波形の歪みを

抑制することができる。

【 0 0 1 3 】

また、請求項 3 に記載される如く、請求項 1 又は 2 に記載の磁気記録媒体において、前記垂直磁化膜の異方性磁界 H_k が、前記面内磁化膜の異方性磁界 H_k の少なくとも 1. 2 倍に設定されている構成を採用することが望ましい。

【 0 0 1 4 】

請求項 3 に記載の発明によれば、面内磁化膜の遷移位置に垂直磁化膜の遷移位置を確実に合わせることが可能となり、面内磁化膜の遷移位置に発生し易い反磁界を抑制してノイズ低減を図ることができる。

【 0 0 1 5 】

また、請求項 4 に記載の如く、請求項 1 から 3 のいずれに記載の磁気記録媒体において、前記面内磁化膜と垂直磁化膜との間に非磁性スペーサを設けた構成を採用することが望ましい。

【 0 0 1 6 】

請求項 4 に記載の発明によれば、面内磁化膜の上に垂直磁化膜を容易に形成することができる。この非磁性スペーサとしてはその上に垂直磁化膜の結晶性を向上させる材料を用いることが好ましく、例えば、C o C r 系合金等を採用することができる。

【 0 0 1 7 】

また、請求項 5 に記載の如く、請求項 4 に記載の磁気記録媒体において、前記非磁性スペーサは 2 n m を越えない膜厚を有している構成とすることが望ましい。

【 0 0 1 8 】

請求項 5 に記載の発明によれば、記録・再生を行う磁気ヘッドと記録層となる面内磁化膜との距離を良好に維持できる。

【 0 0 1 9 】

また、請求項 6 に記載の如く、請求項 1 から 5 のいずれに記載の磁気記録媒体において、前記垂直磁化膜が C o 系合金又は C o 系の人工格子膜で形成されている構成としてもよい。

【0020】

垂直磁化膜としては、一般的なCoCr系合金等の磁性材料を採用できるが、高い異方性磁界を持つことが好ましいという観点から、Co系合金又はCo系の人工格子膜を用いることが推奨される。

【0021】

Co系合金としては、例えばCoCrPt、TbFeCo、CoPt、FePt等を用いることができ、また、Co系の人工格子膜としたは、例えばCo/Pt、Co/Pd等を用いることができる。

【0022】

さらに、本発明の範疇には、請求項7に記載する如く、請求項1から6のいずれかに記載の磁気記録媒体を含む磁気記録再生装置も含む。このような磁気記録再生装置は、低ノイズかつ良好な再生波形を示すので、高密度で高感度な情報記録が可能である。

【0023】

【発明の実施の形態】

以下、図面に基づいて本発明の実施例を説明する。

【0024】

本実施例の複合型の磁気記録媒体（以下、垂直／面内複合媒体という）は図示せぬ基板上に、面内方向に磁化容易軸を有する面内磁化膜と、この面内磁化膜上に形成され、その磁化容易軸は基板に対して垂直方向に配向された垂直磁化膜とで構成されている。そして、この垂直／面内複合媒体は、面内磁化膜と垂直磁化膜と間に非磁性のスペーサを挿入した構成とすることが好ましい。よって、本実施例では面内磁化膜、非磁性スペーサ及び垂直磁化膜の積層を有する垂直／面内複合媒体を例に取り説明する。

【0025】

なお、本垂直／面内複合媒体では、面内磁化膜が記録層とされ、その上の垂直磁化膜は補助膜として機能する。

【0026】

上記面内磁化膜には、例えば、CoCrPt、CoCrPtB等の磁性材料を

用いることができる。また、垂直磁化膜には、例えば、C o 系合金、C o 系の人工格子膜等の磁性材料を用いることが好ましい。

【 0 0 2 7 】

上記面内磁化膜の膜厚は、例えば 5 ～ 2 0 n m 程度、垂直磁化膜の膜厚は 1 ～ 5 n m 程度に設定することができる。特に垂直磁化膜の膜厚は最大でも 5 n m 程度までとするのが好ましい。

【 0 0 2 8 】

また、本実施例では理解を容易とするために、本実施例の垂直／面内複合媒体に対して、一般的な面内方向に磁化容易軸を有する面内磁化膜を単層で設けた磁気記録媒体（以下、面内単層媒体という）の場合を比較例として示しながら説明する。

【 0 0 2 9 】

図 1 は、面内記録型の磁気ヘッド 1 0 と磁気記録媒体との関係を示した図である。図 1 は、磁気スペーシング 1 1 を一致させ、面内記録型の磁気ヘッド 1 0 により、本実施例の垂直／面内複合媒体 2 0 及び面内単層媒体 3 0 に対して記録を行う様子が示されている。本実施例の垂直／面内複合媒体 2 0 は、上記のような磁気ヘッド 1 0 により、磁気情報が記録或いは再生される。

【 0 0 3 0 】

なお、垂直／面内複合媒体 2 0 は、前述したように面内磁化膜 2 1、非磁性スペーサ 2 2 及び垂直磁化膜 2 3 を積層した構造を有している。

【 0 0 3 1 】

ここで、垂直／面内複合媒体 2 0 及び面内単層媒体 3 0 に関して定めた前提条件は次の通りである。垂直／面内複合媒体 2 0 及び面内単層媒体 3 0 の膜内での磁性粒子間の交換相互作用のパラメータ h_e は 0. 0 5 とした。また、遷移幅及び S / N 比の算出には、各記録密度でダイビットを記録することにより行った。遷移幅は面内方向の残留磁化成分を逆正接関数で近似することにより見積もった。但し、複合媒体の遷移幅において、垂直膜の面内磁化成分も膜厚の比率で加算しているが、垂直磁化膜の $t B_r$ が低いため、それによる遷移幅の低減効果への影響はないことを確認している。また、S / N 比におけるノイズは再生出力の揺

らぎ成分の積算により求めた。

【0032】

【実施例1】

図2は、本実施例1の垂直／面内複合媒体20の構成を、比較例の面内単層媒体30の構成と共にまとめて示した図である。

【0033】

図2に示すように、本実施例の垂直／面内複合媒体20の構成は、面内磁化膜10nm、非磁性スペーサ1nm、さらに垂直磁化膜1nmを下から順に積層した構成である。一方、比較例の面内単層媒体30は面内磁化膜10nmのみの単層で形成している。各膜の磁性粒子径は5nmに調整し、磁性粒子間の交換相互作用のパラメータ h_e は0.05としている。

【0034】

図1で示した、記録及び再生が可能な磁気ヘッド10は、磁気スペーシング24nm、ライトヘッド磁界2kOe（膜厚10nmの媒体中心において）、ライトギャップ長0.2 μ m、リードギャップ長0.09 μ mに調整した。

【0035】

図3は、本実施例の垂直／面内複合媒体20と面内単層媒体30に磁気ヘッド10により記録再生を行った際の磁気特性をまとめて示した図である。

【0036】

なお、本垂直／面内複合媒体20として、垂直磁化膜の異方性磁界 H_k を8kOeとし飽和磁化 M_s を250emu/ccと500emu/ccに変えて、 t_{Br} を3.1G μ m、6.3G μ mとした2種類を準備した。

【0037】

図3に示すように、面内磁化膜の t_{Br} 47.1G μ mに対して、垂直磁化膜の飽和磁化 M_s を250、500emu/cc（ t_{Br} 3.1、6.3G μ m）とした場合の各々について、面内単層媒体30に対する変化を比較した。なお、記録密度は200kfc/iとした。

【0038】

図3右端側の2つの欄には、出力 V （単膜比：面内単層媒体30に対する比）

及び遷移幅 πa （単膜比）を示している。これらの欄では、面内磁化膜のみにより形成した面内単層媒体30の場合を0（%）で基準とし、2種類の垂直／面内複合媒体20について、出力 V （単膜比）及び遷移幅 πa （単膜比）の増減を百分率で示している。

【0039】

なお、磁気記録媒体としては、大きな出力 V が得られる方が良く、またノイズ低減の観点からは遷移幅 πa は小さい方が良い。

【0040】

ここで、垂直磁化膜の tBr が6.3G μm と高い場合には、 tBr が3.1G μm である低い場合と比較して、出力の低下が著しくなることが確認できる。その逆に、遷移幅については tBr が高いと増大することが確認できる。

【0041】

よって、垂直磁化膜の tBr を低く抑制することが必要であることが分かる。

【0042】

本願発明者等は、前記垂直磁化膜の tBr は面内磁化膜の tBr の1/5を越えないように設定することが好ましいことを確認した。より好ましくは、垂直磁化膜の tBr は面内磁化膜の tBr の1/10を越えないように設定する。

【0043】

すなわち、垂直磁化膜の tBr が高くなると、面内磁化膜への静磁気的な相互作用により遷移幅が拡大することになる。よって、静磁気的な相互作用を適度に抑えることが重要であり、そのためには垂直磁化膜を低 tBr 化すること及び1nm程度の非磁性スペーサの挿入することが有効である。非磁性スペーサの膜厚は磁気ヘッドとの磁気スペーシングに影響を与えるので2nm程度までとすることが好ましい。同様の観点から垂直磁化膜の膜厚は5nmを越えないように設計することが好ましい。

【0044】

〔実施例2〕

図4は、実施例2の垂直／面内複合媒体20の構成を、比較例の面内単層媒体30の構成と共にまとめて示した図である。

【0045】

図4に示すように、本実施例の垂直／面内複合媒体20では、図2に示した実施例1の媒体よりも面内磁化膜の膜厚を6nmとして薄くしている。他の構成は非磁性スペーサ1nm及び垂直磁化膜1nmであり、実施例1の場合と同様である。

【0046】

本実施例で比較例の面内単層媒体30は、面内磁化膜6nmのみの単層で形成している。なお、各膜の磁性粒子径は図2の場合と同様に5nmに調整し、磁性粒子間の交換相互作用のパラメータ h_e も0.05である。

【0047】

また、図1で示した磁気ヘッド10の条件を変更している。すなわち、磁気ヘッド10の磁気スペーシング17nm、ライトヘッド磁界7.5kOe（膜厚6nmの媒体中心において）、ライトギャップ長0.15 μ m、リードギャップ長0.05 μ mとした。

【0048】

図5は、本実施例の垂直／面内複合媒体20と面内単層媒体30に磁気ヘッド10により記録再生を行った際の磁気特性をまとめて示した図である。

【0049】

図5に示すように、面内磁化膜の tBr 56.5G μ mに対して、垂直磁化膜の飽和磁化 M_s を600、200emu/cc（ tBr 7.5、 tBr 2.5G μ m）とした場合の垂直／面内複合媒体20を複数準備した。

【0050】

ここで、垂直／面内複合媒体20としての媒体②と③は垂直磁化膜と面内磁化膜の遷移位置を一致させたものである。また、垂直／面内複合媒体20としての媒体④と⑤は、垂直磁化膜と面内磁化膜の遷移位置を不一致としたものである。

【0051】

本実施例では、このように垂直磁化膜と面内磁化膜の遷移位置を一致させるか、否かで再生（出力）波形、S/Nに与える影響を確認した。

【0052】

本実施例 2 では、図 5 に示すように垂直／面内複合媒体②～⑤の 4 種類作成した。①は比較例の面内単層媒体 3 0 である。

【 0 0 5 3 】

この 4 種類各々における面内磁化膜の遷移位置は垂直磁化膜の異方性磁界 H_k により調整した。

【 0 0 5 4 】

図 5 において、複合媒体②、③は遷移位置を一致させた場合である。そして、複合媒体④は磁性粒子 1 個分（約 5 nm）遷移位置をずらした場合、また複合媒体⑤は遷移位置を磁性粒子 4 個分（約 21 nm）遷移位置をずらした場合である。

【 0 0 5 5 】

本願発明者等は、面内磁化膜の遷移位置に対する垂直磁化膜の遷移位置のずれを抑制するには、垂直磁化膜の異方性磁界 H_k が少なくとも面内磁化膜の異方性磁界の 1.2 倍以上必要であることを確認している。よって、垂直磁化膜の異方性磁界 H_k の強度を調整して、面内磁化膜の遷移位置に垂直磁化膜の遷移位置が一致するように調整することができる。なお、本実施例 2 では記録密度は 460 kfc i とした。

【 0 0 5 6 】

図 5 より、面内磁化膜の遷移位置に垂直磁化膜の遷移位置が一致している複合媒体③では、比較例の面内単層媒体 3 0 と比較して、出力が 6.3 % 低下するものの、 S/N は 15.1 も向上する。図 5 右端欄の単膜比 (dB) は、比較例の面内単層媒体 3 0 に対する総合評価とみることができ、この複合媒体③は出力 V が低下してもノイズ抑制が顕著であり、最終的に面内単層媒体 3 0 より +1.2 dB が得られている。

【 0 0 5 7 】

また、遷移位置が一致している複合媒体②、③で、さらに垂直磁化膜の tBr が面内磁化膜の tBr の $1/5$ までとなるように設定すると高い S/N 比を得ることができる。

【 0 0 5 8 】

媒体③の tBr は 2.5、面内磁化膜の tBr は 56.5 であるので、
 $(2.5/56.5) \leq (1/5)$ を満足する。また、媒体②の tBr は 7.5
 であり $(7.5/56.5) \leq (1/5)$ を満足する。

【0059】

よって、媒体②の場合も最終的に面内単層媒体 30 より +0.9 の結果が得られている。但し、媒体③のようにより高い S/N 比を得るためには、垂直磁化膜の tBr が面内磁化膜の tBr の $1/10$ を越えないよう設計することが必要である。

【0060】

また、図 5 の複合媒体④、⑤についても垂直磁化膜の tBr が面内磁化膜の tBr の $1/10$ を越えないように設計されているので、面内単層媒体 30 と比較して良い評価は得られているものの媒体③のように高い評価が得られない。

【0061】

より好適な垂直／面内複合媒体 20 とするためには、垂直磁化膜の tBr を面内磁化膜の tBr よりも低い所定値に制限し、さらに垂直磁化膜の遷移位置を面内磁化膜の遷移位置に一致させるように形成することが望ましい。このように遷移位置を一致させること、面内磁化膜の遷移位置で垂直磁化膜の磁化が、磁界の還流がなされる様に機能すると推測される。これにより、面内磁化膜の遷移位置での反磁界を低減させることができる。

【0062】

なお、図 5 の異方性磁界 H_k の欄に示されるが、複合媒体②、③の場合は共に、垂直磁化膜の異方性磁界 H_k が面内磁化膜の異方性磁界 H_k の 1.2 倍以上となっている。

【0063】

図 6 は、複合媒体②、③の再生波形を、面内単層媒体①の再生波形と比較して示した図である。図 6 (A) は媒体①と②との比較、図 6 (B) は媒体①と③との比較を示している。

【0064】

図 6 (B) で示す垂直磁化膜の tBr が低い媒体③の方が、図 6 (A) で示す

垂直磁化膜の $t B r$ が高い媒体②よりも垂直磁化膜が存在することによる複合媒体での再生波形の歪みが抑制されていることが確認できる。

【 0 0 6 5 】

また、本実施例の複合媒体では記録ヘッドの磁界を変えた場合でも、図 7 のように遷移位置を調整することができ、図 8 (A) に示すように複合媒体では高い S/N を示し、また同じく図 8 (B) に示すように遷移幅を低減させることができる。

【 0 0 6 6 】

以上説明した垂直／面内複合媒体は、垂直磁化膜と面内磁化膜を組合せることによりノイズの発生を抑制しつつ、再生波形の歪みを抑えて高い S/N 比が得られる高記録密度の磁気記録媒体として提供できる。

【 0 0 6 7 】

なお、前記の実施例の垂直／面内複合媒体については、Landau-Lifshitz-Gilbert 方程式を用いたMicromagnetic model によるシミュレーションによっても同様の結果を得ることができる。その際、磁気ヘッドによる磁界は、リングヘッドを想定したKalqvistによる解析式、再生出力には相反定理を用いることができる。

【 0 0 6 8 】

次に、本発明になる磁気記録再生装置の一実施例を、図 9 及び図 1 0 と共に説明する。図 9 は磁気記録再生装置の一実施例の要部を示す断面図であり、図 1 0 は同装置の要部を示す平面図である。

【 0 0 6 9 】

図 9 及び図 1 0 に示すように、磁気記録再生装置は大略ハウジング 1 1 3 からなる。ハウジング 1 1 3 内には、モータ 1 1 4、ハブ 1 1 5、複数の磁気記録媒体 1 1 6、複数の記録再生ヘッド 1 1 7、複数のサスペンション 1 1 8、複数のアーム 1 1 9 及びアクチュエータユニット 1 2 0 が設けられている。磁気記録媒体 1 1 6 はモータ 1 1 4 により回転されるハブ 1 1 5 に取付けられている。記録再生ヘッド 1 1 7 は、MRヘッドやGMRヘッド等の再生ヘッドと、インダクティブヘッド等の記録ヘッドとからなる複合型の記録再生ヘッドである。各記録再生

ヘッド 1 1 7 は、対応するアーム 1 1 9 の先端にサスペンション 1 1 8 を介して取付けられている。アーム 1 1 9 はアクチュエータユニット 1 2 0 により駆動される。この磁気記録再生装置の基本構成自体は周知であり、その詳細な説明は本明細書では省略する。

【 0 0 7 0 】

上記磁気記録再生装置の実施例は磁気記録媒体 1 1 6 に特徴がある。各磁気記録媒体 1 1 6 は、例えば図 5 で説明した複合媒体③の構成を有する。勿論、磁気記録媒体 1 1 6 の数は 3 枚には限定されず、1 枚でも、2 枚又は 4 枚以上であってもよい。

【 0 0 7 1 】

本磁気記録再生装置の基本構成は、図 9 及び図 1 0 に示すものに限定されるものではない。また、本発明で用いる磁気記録媒体は磁気ディスクに限定されるものではない。

【 0 0 7 2 】

以上本発明の好ましい実施例について詳述したが、本発明は係る特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

【 0 0 7 3 】

【発明の効果】

以上詳述したところから明らかなように、請求項 1 記載の発明によれば、垂直磁化膜の磁化状態が所定範囲に制限されているので、垂直磁化膜が記録層となる面内磁化膜を補助する機能を十分に果し、再生波形の歪みを抑制し、高 S/N が得られる複合型の磁気記録媒体を形成できる。

【 0 0 7 4 】

また、請求項 2 記載の発明によれば、より確実に磁気記録媒体の再生波形の歪みを抑制することができる。

【 0 0 7 5 】

また、請求項 3 に記載の発明によれば、面内磁化膜の遷移位置に垂直磁化膜の遷移位置を確実に合わせることが可能となり、面内磁化膜の遷移位置に発生し易

い反磁界を抑制してノイズ低減を図ることができる。

【0076】

また、請求項4に記載の発明によれば、面内磁化膜の上に垂直磁化膜を容易に形成することができる。

【0077】

また、請求項5に記載の発明によれば、記録再生を行う磁気ヘッドと記録層となる面内磁化膜との距離を良好に維持できる。

【0078】

また、請求項6に記載の発明によれば、より好適な垂直磁化膜を有する磁気記録媒体となる。

【0079】

また、請求項7に記載の発明によれば、低ノイズかつ良好な再生波形を示すので、高密度で高感度な情報記録が可能である磁気記録再生装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

面内記録型の磁気ヘッドと磁気記録媒体との関係を示した図である。

【図2】

実施例1の垂直／面内複合媒体の構成を、比較例の面内単層媒体の構成と共にまとめて示した図である。

【図3】

実施例1の垂直／面内複合媒体と面内単層媒体に磁気ヘッドにより記録再生を行った際の磁気特性をまとめて示した図である。

【図4】

実施例2の垂直／面内複合媒体の構成を、比較例の面内単層媒体の構成と共にまとめて示した図である。

【図5】

実施例2の垂直／面内複合媒体と面内単層媒体に磁気ヘッドにより記録再生を行った際の磁気特性をまとめて示した図である。

【図6】

垂直／面内複合媒体②、③それぞれの再生波形を、面内単層媒体①の再生波形と比較して示した図である。

【図 7】

記録ヘッドの磁界を変えた場合の条件について示した図である。

【図 8】

記録ヘッドの磁界と S / N 及び遷移幅について示した図である。

【図 9】

磁気記録再生装置の一実施例の要部を示す断面図である。

【図 1 0】

磁気記録再生装置の一実施例の要部を示す平面図である。

【符号の説明】

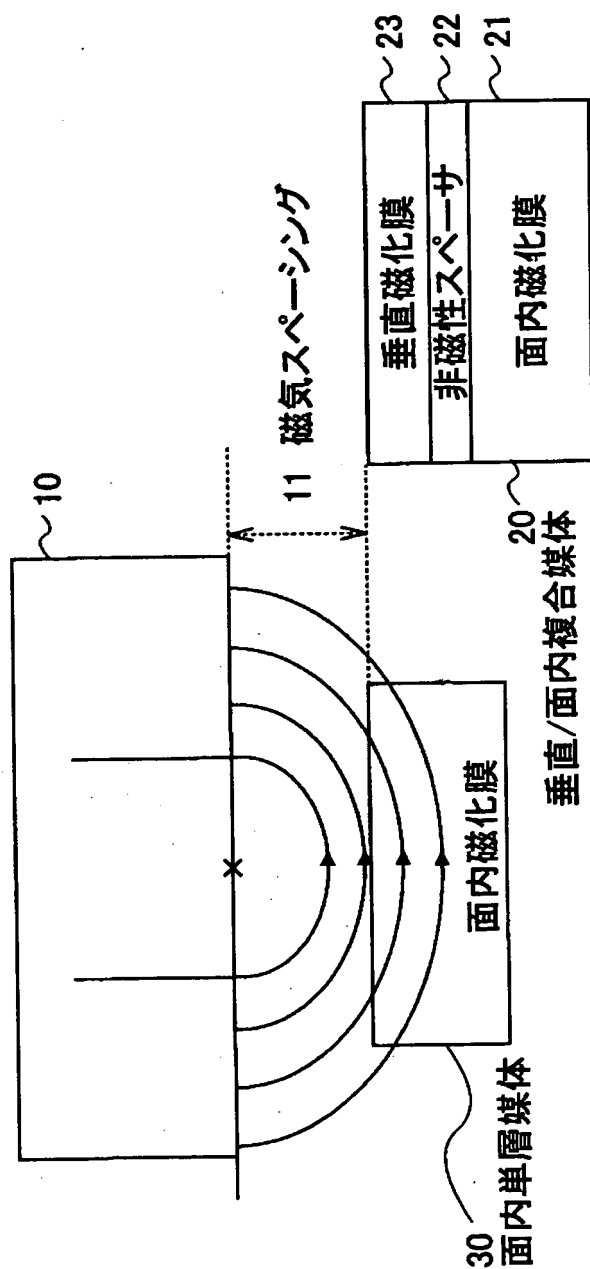
- | | |
|-----|-----------|
| 1 0 | 磁気ヘッド |
| 1 1 | 磁気スペーシング |
| 2 0 | 垂直／面内複合媒体 |
| 2 1 | 面内磁化膜 |
| 2 2 | 非磁性スペーサ |
| 2 3 | 垂直磁化膜 |
| 3 0 | 面内単層媒体 |

【書類名】

図面

【図 1】

面内記録型の磁気ヘッドと磁気記録媒体との関係を示した図



【図 2】

実施例1の垂直/面内複合媒体の構成を、
比較例の面内単層媒体の構成と共にまとめて示した図

	膜厚(nm)	粒径(nm)	交換相互作用 パラメータ h_e
面内単層媒体	10	5	0.05
垂直/面内複合媒体	1/1/10*		

*膜厚は、垂直膜、非磁性スペーサ、面内膜の順

【図 3】

実施例1の垂直/面内複合媒体と面内単層媒体に磁気ヘッドにより記録再生を行った際の磁気特性をまとめて示した図

	垂直層			面内層			V (単膜比)	遷移幅 πa (単膜比)
	Ms (emu/cc)	Hk (kOe)	tBr (Gum)	Ms (emu/cc)	Hk (kOe)	tBr (Gum)		
面内単層媒体	—	—	—	—	—	—	0%	0%
垂直/ 面内複合媒体	250	8	3.1	500	4	47.1	-1.6%	-0.4%
	500	8	6.3	—	—	—	-16.0%	7.9%

【図 4】

実施例2の垂直/面内複合媒体の構成を、
比較例の面内単層媒体の構成と共にまとめて示した図

	膜厚(nm)	粒径(nm)	交換相互作用 パラメータ he
面内単層媒体	6	5	0.05
垂直/面内複合媒体	1/1/6 *		

*膜厚は、垂直膜、非磁性スペーサ、面内膜の順

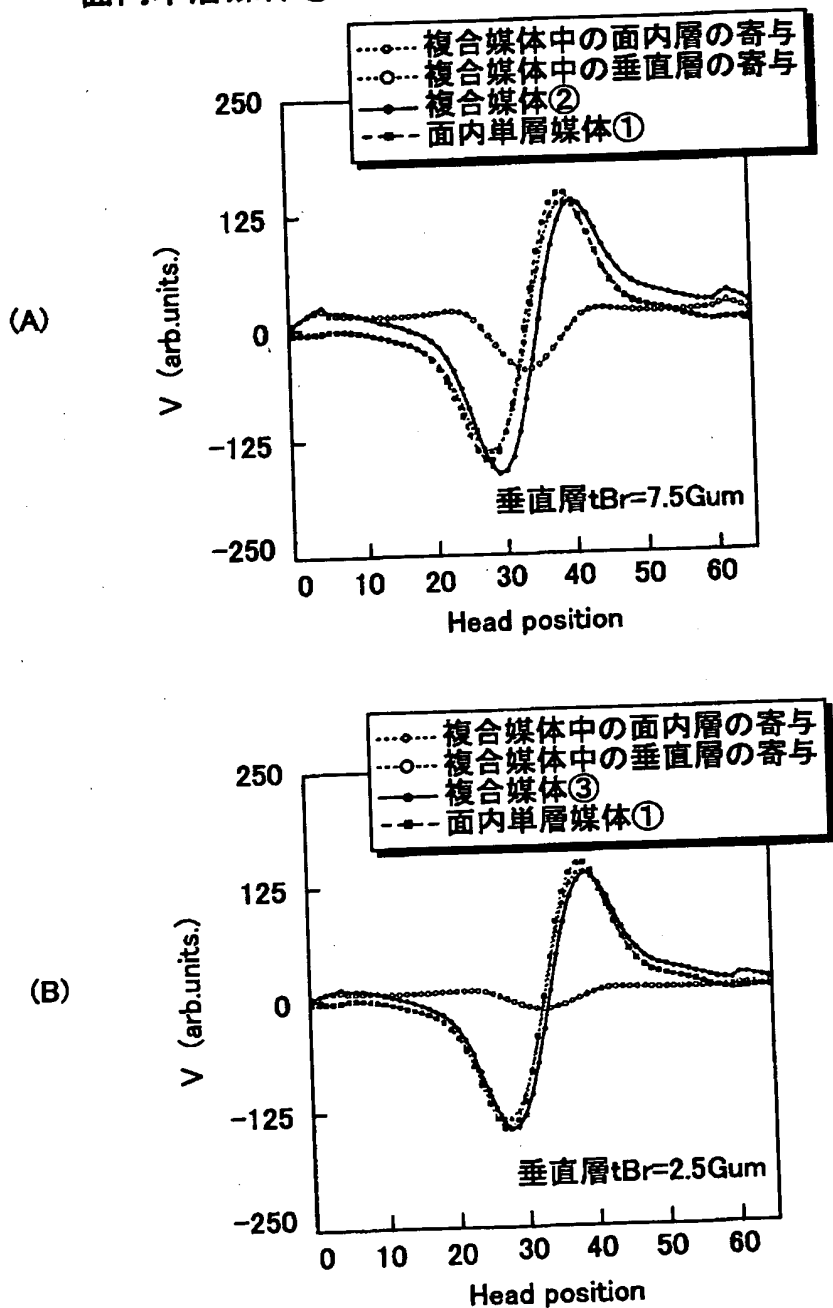
【図 5】

実施例2の垂直/面内複合媒体と面内単層媒体に磁気ヘッドにより記録再生を行った際の磁気特性をまとめて示した図

		垂直層			面内層			出力@ 460kfcf	S/N@460kfcf	
		Ms (emu/cc)	Hk (kOe)	tBr (Gum)	Ms (emu/cc)	Hk (kOe)	tBr (Gum)		S/Nm (dB)	単層比 (dB)
面内単層媒体	①							0.0%	13.9	0.0
	②	600	22	7.5				-1.0%	14.8	+0.9
垂直/ 面内複合媒体	③	200	18	2.5	600	12.6	56.5	-6.3%	15.1	+1.2
	④	200	15	2.5				-3.6%	14.2	+0.3
	⑤	200	10	2.5				2.5%	14.2	+0.3

【図6】

垂直/面内複合媒体②、③それぞれの再生波形を、
面内単層媒体①の再生波形と比較して示した図



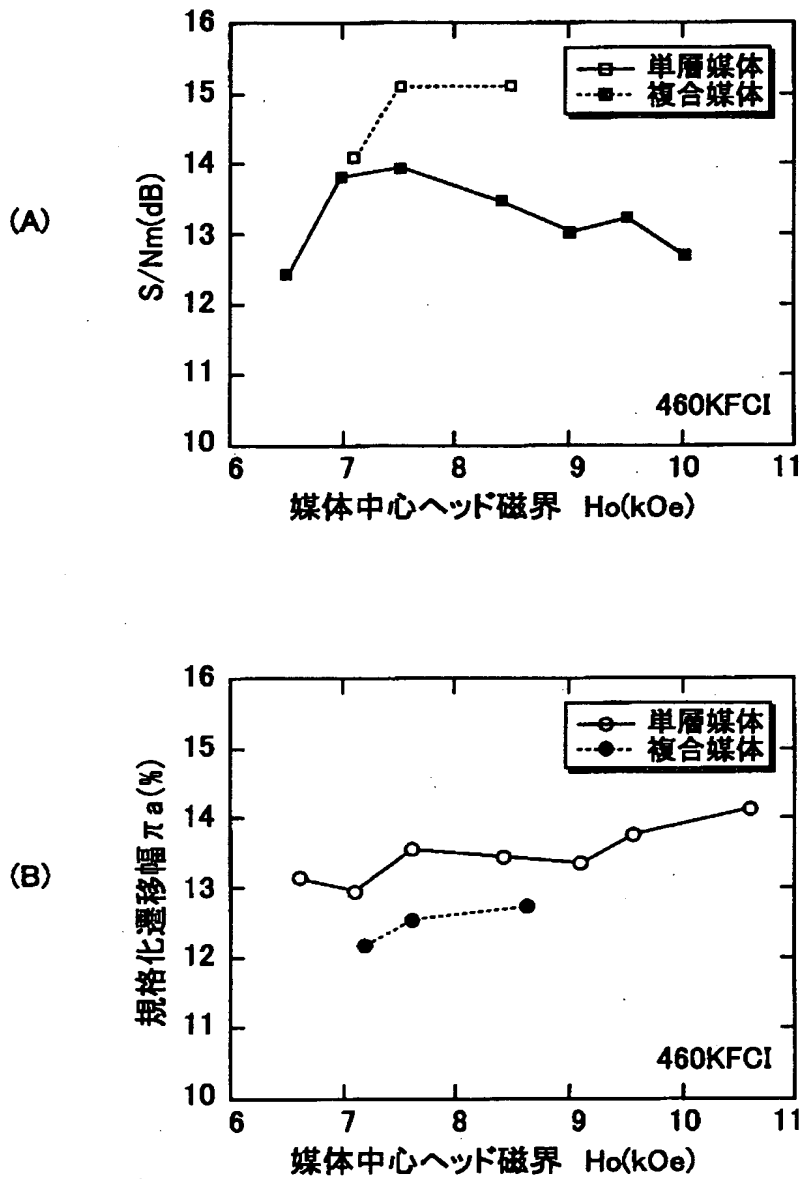
【図 7】

記録ヘッドの磁界を変えた場合の条件について示した図

媒体中心ヘッド磁界 (kOe)	面内層Ms (emu/cc)	面内層Hk (kOe)	面内層Ms (emu/cc)	面内層Hk (kOe)
7.1	600	12.6	200	17.5
7.5	600	12.6	200	18.0
8.5	600	12.6	200	18.0

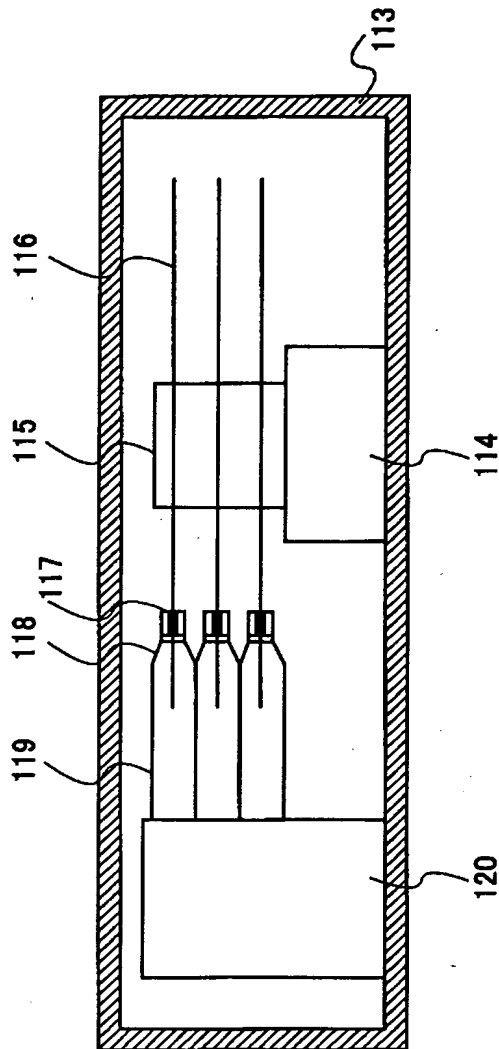
【図 8】

記憶ヘッドの磁界とS/N及び遷移幅について示した図



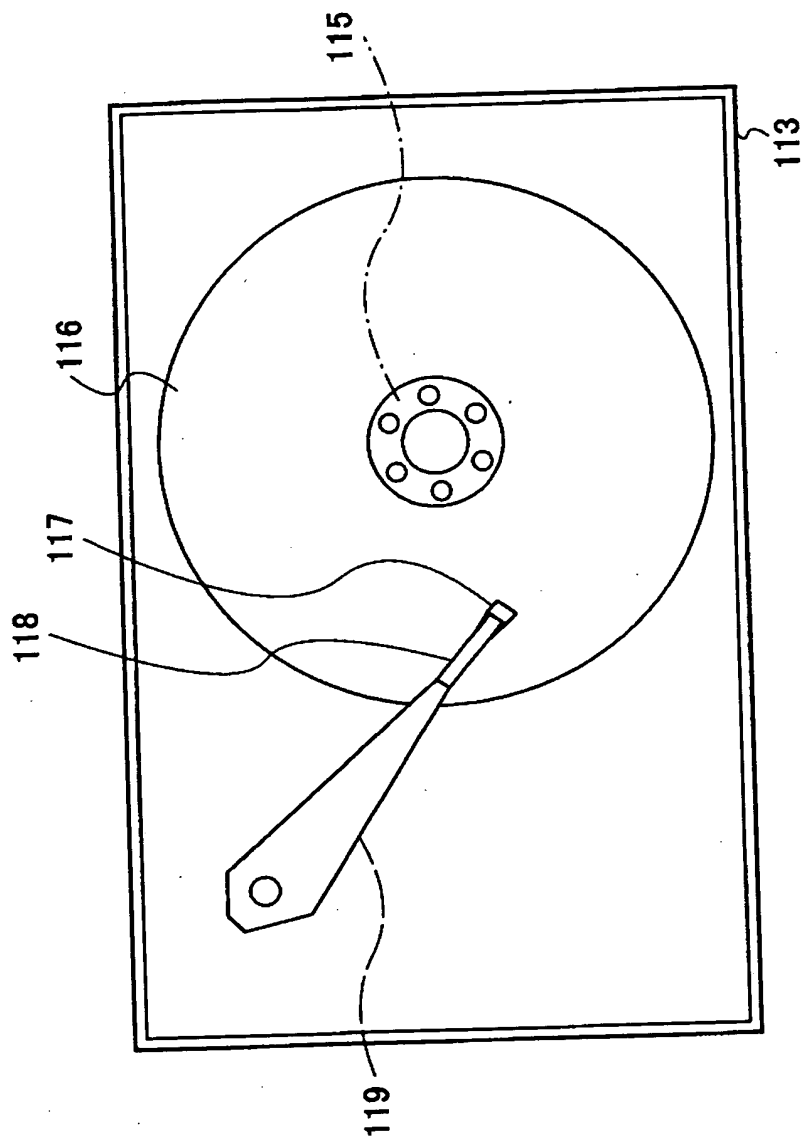
【図 9】

磁気記憶再生装置の一実施例の要部を示す断面図



【図10】

磁気記憶再生装置の一実施例の要部を示す平面図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は低ノイズ化及び再生波形の歪み防止を図った面内磁化膜を記録層とする垂直磁化膜との複合型の記録媒体を提供する。

【解決手段】 面内方向に磁化容易軸を有する記録用の面内磁化膜と、前記面内磁化膜の上に形成され、磁化容易軸が前記面内磁化膜の磁化容易軸に対して垂直方向に配向されている垂直磁化膜とを、含む磁気記録媒体であって、前記垂直磁化膜の $t B r$ が最大でも前記面内磁化膜の $t B r$ の $1/5$ を越えないように設定されている。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

氏 名 富士通株式会社